

RUTA GEOMONUMENTAL

**LOS MATERIALES PÉTREOS UTILIZADOS EN LA
ARQUITECTURA MADRILEÑA DE FERNANDO ARBÓS**



INSTITUTO DE GEOLOGÍA ECONÓMICA (CSIC-UCM)

M^a José Varas Muriel

Elena Pérez Monserrat

Mónica Álvarez de Buergo

Rafael Fort González

Concepción López de Azcona



*Rutas
GeoMonumentales*



RUTA GEOMONUMENTAL

LOS MATERIALES PÉTREOS UTILIZADOS EN LA ARQUITECTURA MADRILEÑA DE FERNANDO ARBÓS

(7 de Noviembre de 2007)

PROGRAMA

- 9:00** Salida del Paraninfo de la Universidad Complutense de Madrid.
- 9:45** Visita al Panteón de Hombres Ilustres.
- 11:30** Pausa para tomar un café (consumición por cuenta propia).
- 12:00** Salida hacia la Iglesia de San Manuel y San Benito.
- 12:30** Visita a la Iglesia.
- 14:30** Comida ofrecida por la Comunidad de Madrid en el Restaurante Alameda.
- 17:00** Llegada a la Ciudad Universitaria. Facultad de Ciencias Geológicas.

Fernando Arbós y Tremanti (1840-1926)

Nacido en Roma, hijo de un artista español de reconocido prestigio como acuarelista y grabador. Cursó la carrera de arquitectura en la Escuela de Bellas Artes de París entre 1862 y 1865, pero el título de arquitecto lo obtuvo en 1869 en Madrid. En 1870 gana el concurso, conjuntamente con José María Aguilar, para la construcción de un edificio del Monte de Piedad y Caja de Ahorros de Madrid.

También gana otro concurso público, junto a José Urioste, por el que el Ayuntamiento de Madrid le encarga en 1879 la construcción de la gran Necrópolis de Madrid, el cementerio de Nuestra Señora de la Almudena.

Las obras más emblemáticas construidas por Fernando Arbós en Madrid son:

1870-1875: Caja de Ahorros y Monte de Piedad, Casa de las Alhajas. Plaza de San Martín 1. Declarado Bien de Interés Cultural en 1979.

1880: Dos edificios de viviendas para D. José Simón y Radó. Calle Tutor 5.

1891-1901: Panteón de Hombres Ilustres. Calle Julián Gayarre 3 y Paseo de la Reina Cristina 4. Declarado Bien de Interés Cultural en 1992.

1890: Viviendas para el marqués de la Fuente. Calle Orellana 4.

1898-1900: Casas de la marquesa de la Puente y Sotomayor. Paseo de la Castellana 9 y 10. Actual edificio de oficinas *Palazzo Reale*.

1902-1910: Iglesia parroquial de San Manuel y San Benito y Fundación Caviggioli-Maurici. Calle Alcalá 81. Declarado Bien de Interés Cultural en 1982.

1909-1910: Sucursal de la Caja de Ahorros y Monte de Piedad de Madrid. Ronda de Valencia 2. Actual Centro Cultural de Caja Madrid, La Casa Encendida.

1914-1915: Viviendas para D. Miguel López-Roberts. Calle Príncipe 4.

1914-1916: Primera ampliación del Museo del Prado. Paseo del Prado.

Fernando Arbós fue uno de los representantes más importantes de la corriente medievalista de la arquitectura española de finales del siglo XIX y principios del XX, cuyos arquitectos tenían como modelo los estilos característicos de la época medieval, como el mudéjar, gótico, bizantino...

PANTEÓN DE HOMBRES ILUSTRES

1. Introducción

El Panteón de Hombres Ilustres, junto a la Basílica de Atocha, es un monumento de estilo neobizantino construido entre 1891 y 1901 por el arquitecto Fernando Arbós y Tremanti. En su interior se encuentran los sepulcros de personalidades de la vida política de finales del siglo XIX y principios del XX, labrados por escultores tan importantes como Mariano Benlliure, Agustín Querol, Arturo Mérida, Federico Aparici y Pedro Estany.

El edificio es de planta cuadrada con un claustro, constituida por tres galerías en cuyas intersecciones existen dos cúpulas semiesféricas, y un jardín interior muy cuidado, con bellas arcadas y vidrieras que dan a las galerías. En cada una de las galerías existe una puerta central de acceso al jardín (Fig. 1). Al edificio se entra a través de un zaguán, o vestíbulo de entrada, de planta cuadrada y situado en el centro de la fachada Este. En los extremos de esta fachada se encuentran las dos cúpulas, que sobresalen de un cuerpo rectangular con un frontón central (Fig. 2).

El edificio se encuentra rodeado por un jardín y un muro de contención, sobre el que se asienta una bella verja de hierro, que bordea y cierra todo el recinto.

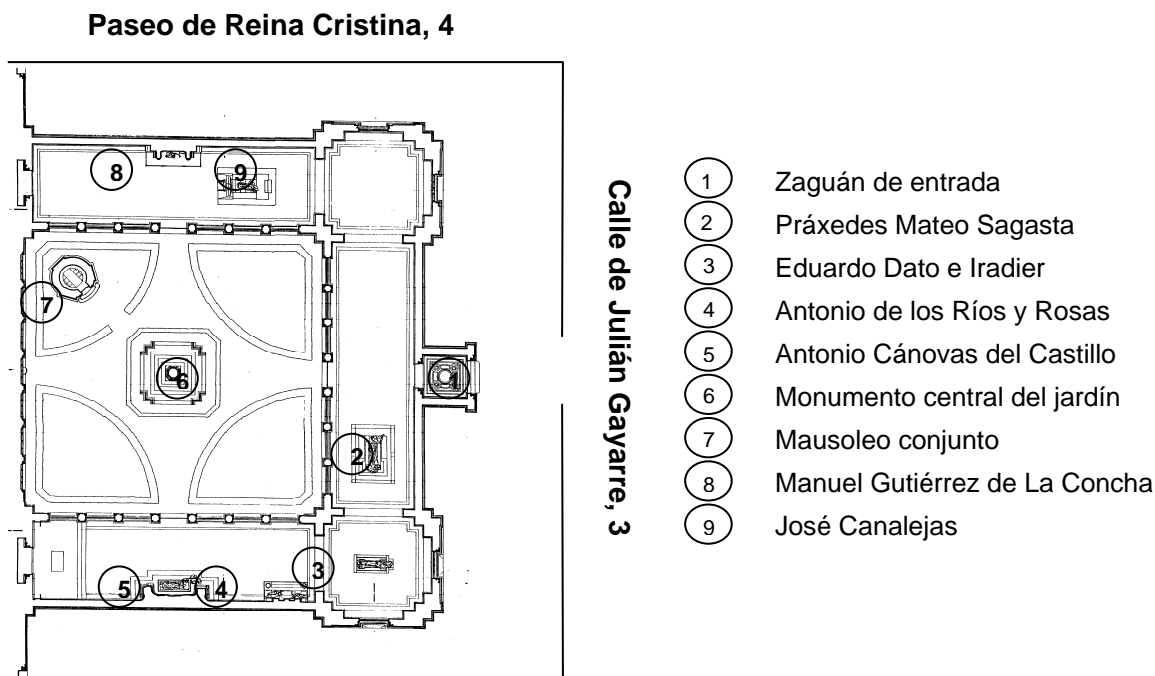


Figura 1. Planta del Panteón de Hombres Ilustres.

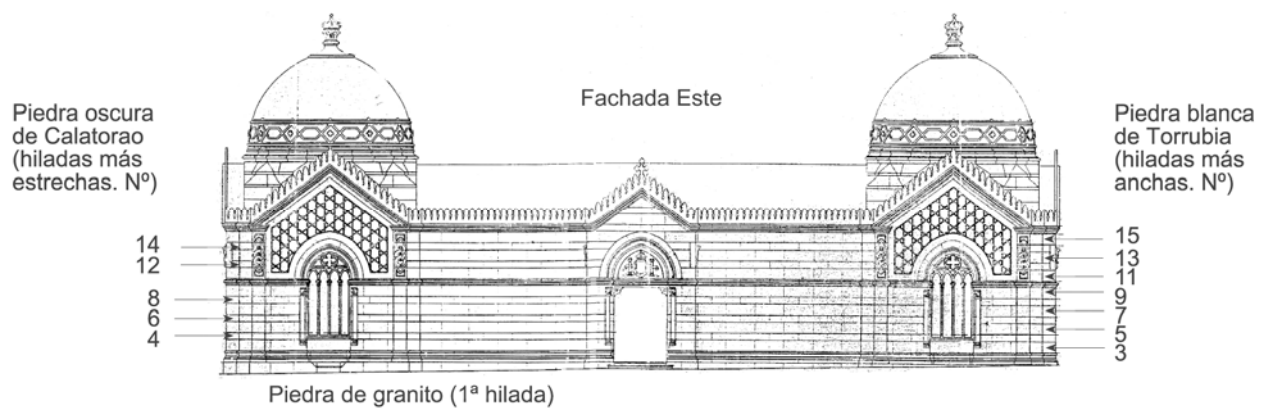


Figura 2. Alzado de la fachada principal del Panteón de Hombres Ilustres.

La torre-campanario, *campanile*, de Arbós fue construida en 1898, se encuentra separada del Panteón e integrada en el colegio Ramón Andrada, inaugurado en 1970. Esta constituido por un cuerpo inferior de mayor planta con una arcada, sobre el que se levanta el campanario, de sección cuadrada y con los mismos materiales de construcción y disposición que en el edificio del Panteón. El campanario presenta en su parte superior tres arcadas ciegas en cada lateral, y encima aparecen tres arcadas abiertas con cornisa. La torre finaliza en una balconada con balaustrada, con un cuerpo bajo sencillo de acceso a dicha balconada. Por encima aparece otro cuerpo muy decorado con columnas y un óculo, rematado con un chapitel piramidal metálico.

El estilo arquitectónico, las técnicas constructivas y la diferente naturaleza de los materiales pétreos empleados, hacen de este conjunto monumental un elemento destacable dentro de la arquitectura madrileña de finales del siglo XIX. Con este proyecto, Fernando Arbós pretendía romper con el estilo y modo constructivo tradicional existente hasta ese momento en Madrid. Defendía que *“en la edificación de un templo destinado a Basílica, no sólo debería prescribirse el empleo en el exterior de estucados, pinturas, molduras de yeso y cal y toda clase de piedra artificial, sino que deberían emplearse materiales que independientemente de su forma y sólo por su clase diesen suntuosidad al edificio. Si esto sucede en el exterior, los mármoles, los mosaicos, los bronce, la vidriera artística y las pinturas al fresco contribuirían en el interior a obtener la suntuosidad característica de una Basílica”*.

2. Historia constructiva

El Panteón de Hombres Ilustres constituye el claustro de lo que iba a ser el templo de la Corte: la nueva Basílica de Nuestra Señora de Atocha. Su construcción, impulsada por expreso deseo de la reina regente Dña. María Cristina de Habsburgo, fue adjudicado a Fernando Arbós tras ganar el concurso de proyectos para la edificación del Panteón y la Basílica, convocado 1890. El proyecto inicial, de estilo neo-bizantino (recreando el estilo de la arquitectura medieval italiana), era muy ambicioso, dado que tendría que ser la sede de ceremonias reales.

Las obras empezaron en 1892, pero los altos costes del proyecto, junto con el pago de la Cripta de la Catedral de Nuestra Señora de La Almudena, gran obra que se estaba realizando en la ciudad, hizo que en 1899 finalizaran las obras, habiéndose construido hasta entonces el claustro-panteón y la torre-campanario. El conjunto monumental se verá completado después de la Guerra Civil con la construcción de la Basílica de Nuestra de Atocha (1951), para sustituir la antigua iglesia que había sido destruida durante la contienda.

3. Materiales de construcción y su procedencia

Para dar la suntuosidad deseada a este edificio, Arbós utilizó una gran variedad de materiales de construcción, tanto naturales (calizas, granitos y mármoles) como artificiales (ladrillos, cementos y metales). Los materiales fueron traídos desde diferentes puntos de España y hasta del extranjero, gracias a la revolución de los transportes en esa época, sobre todo a la expansión del ferrocarril por toda la Península Ibérica. Del mismo modo, utilizó técnicas constructivas revolucionarias para esa época, como el uso de estructuras metálicas para el esqueleto del edificio, la sustitución de la fábrica de sillería pétreo natural por una fábrica de ladrillo recubierta con placas de piedra natural, y el empleo de cementos naturales y artificiales para hormigones y morteros.

Fernando Arbós fue un arquitecto innovador que utilizaba cualquier clase de material de construcción que le permitiera jugar con las formas y los contrastes. La piedra natural aparece principalmente en las placas de revestimiento en las fachadas, aunque también hay sillares (Fig. 3).

El granito aparece como sillares en los zócalos de las fachadas y en el muro de contención que rodea a todo el recinto. Primero se empleó el granito de las canteras de El Berrocal y Alpedrete (*piedra berroqueña*), ubicadas en la sierra de Guadarrama, y más tarde de unas canteras localizadas al noroeste de Toledo. Ambos granitos son similares, pero el de Toledo tiene cristales de un tamaño más grande y es de un tono más claro y menos azulado.

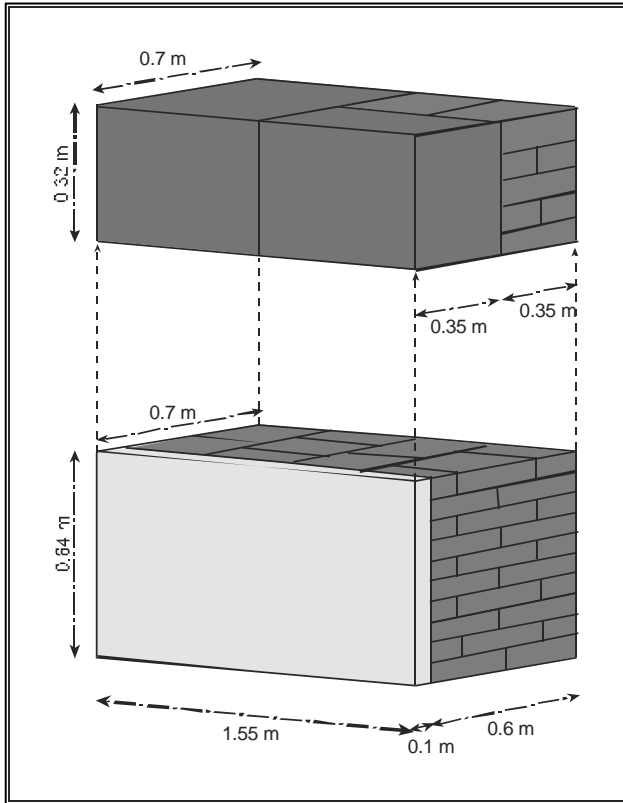


Figura 3. Esquema de la disposición constructiva de los materiales utilizados.

Los mármoles aparecen en las fachadas, en los fustes de las columnas de ventanales y puertas, y en los elementos decorativos de los frontones. El mármol blanco es de Fuenteheridos (Huelva) y de Macael (Almería), y el mármol negro es de Bélgica.

Arbós fue uno de los precursores del uso del cemento en edificación, pues hasta entonces sólo era utilizado en obras públicas. Los materiales artificiales tienen una importante representatividad en el templo, aunque aparecen cubiertos por la piedra natural puesto que se consideraban materiales pobres y poco estéticos. Los más empleados son los ladrillos, que configuran la fábrica de los muros, y los cementos, identificándose dos naturales y uno artificial.

De los cementos naturales, uno era un cemento de fraguado lento procedente de San Celoní (Barcelona), utilizado en el mortero de junta entre los ladrillos de la fábrica y como hormigón hidráulico en la cimentación y macizado, y otro un cemento de fraguado rápido procedente de San Juan de las Abadesas (Gerona) y Zumaya (Guipúzcoa), utilizado como mortero de revestimiento de la fábrica en el interior de las galerías, como mortero de junta en la fábrica de ladrillo de las bóvedas y como mortero de adherencia de las placas de piedra en el exterior. El cemento artificial Pórtland, procedente de Marsella (Francia), se utilizó en la cimentación y macizado, principalmente de la torre-campanario, y en la pavimentación de las galerías del claustro.

La caliza blanca se emplea en todas las fachadas, y en los zócalos, esquinas, cornisas, molduras, arcos de las bóvedas y arquerías de los ventanales en el interior del edificio. Procede de Torrubia (Cuenca) y aparece tanto en sillares como en placas de revestimiento. Estos aplacados tienen unos 10 cm de espesor y configuran las bandas más anchas. La caliza blanca se alterna con placas y sillares más estrechos de otra caliza negra, procedente de Calatorao (Zaragoza). Los sillares presentan espesores de hasta 70 cm y las placas de 35 cm.

Únicamente en el muro de contención se observa la utilización de la caliza blanca de Colmenar de Oreja (Madrid).

El interior de las galerías se encuentra pintado con hermosas pinturas al fresco en sus bóvedas y techos. Estas pinturas asientan sobre enlucidos de cal y yeso.

La presencia de los metales también es importante. Las cubiertas y las cúpulas están revestidas con zinc y pintadas de rojo. La verja de hierro del cerramiento y los ventanales del claustro son también diseño de Fernando Arbós. En 1913, el arquitecto encargó la fabricación y colocación en las galerías del claustro de 11 vidrieras fabricadas por los hermanos Mauméjean.

Zaguán o vestíbulo de entrada

La entrada al edificio se realiza por medio de un zaguán de pequeñas dimensiones (16m²), con fachada que finaliza con una cornisa triangular rematada por una pequeña balaustrada lobulada y una cruz. Encima de la puerta de entrada existe una luneta semicircular rehundida con un escudo. La decoración de la fachada, principal característica del edificio, viene dada por una alternancia de bandas de caliza blanca de Torrubia (Cuenca) y caliza negra de Calatorao (Zaragoza).

En el interior del vestíbulo, la caliza blanca aparece en el zócalo de las paredes, en impostas, arco ojival, jambas y dinteles de las dos puertas de acceso al claustro. En las paredes, techo y suelo hay 8 paños decorativos formados por mosaicos de bello colorido. Los mosaicos se repiten en los paños de las paredes y presentan dibujos sobrios, pero elegantes y muy decorativos. Estos mosaicos son obra también de la casa Mauméjean y costaron unos 75 euros actuales.

Hay dos tipos de mosaicos. Los de las paredes y el del techo son mosaicos realizados con teselas de pasta vítrea con colores opacos (8x15mm) y teselas de vidrio dorado (10x10mm). Ocupan una superficie total de 62 m² y las teselas fueron importadas de Venecia (Orsoni Handcrafted Smalti & Gold, fundada en 1888). El mosaico del suelo está formado por teselas de gres cerámico (14x14mm) traídas desde Valencia (Mosaicos Molla, casa fundada en 1862) y ocupan una extensión de unos 15 m².

Los mosaicos de los muros presentan unos colores dominantes: ocre, violetas, blancos y oros, siendo minoritarios los verdes, amarillos, marrones, azules y rojos. En la parte alta de los muros hay tres mosaicos compuestos por cartelas violetas, doradas y blancas, con las palabras Lealtad, Heroísmo y Honor en su interior. Lateralmente, presentan motivos vegetales y florales representados en verdes, amarillos y marrones. El fondo de estos mosaicos es ocre con un contorno violeta. El cuarto mosaico aparece sobre la puerta de entrada al claustro, y presenta una gran cruz con motivos florales y vegetales a su alrededor. El color dominante es el oro, estando presentes los rojos, verdes, marrones y azules, el fondo sigue siendo ocre y el contorno violeta.

Los mosaicos de las zonas bajas aparecen a ambos lados de la puerta de entrada. Son dos paños iguales con fondo ocre y contornos en amarillo-crema y oro. En su interior aparecen tres bandas horizontales de 40 cm de espesor, donde hay círculos con cruces. Los colores principales son los violetas, blancos y oros, siendo minoritarios los rojos, amarillos, marrones y azules. El mosaico del techo imita un cielo estrellado, siendo los azules y los oros los colores dominantes. El mosaico del suelo es muy simple, formas circulares dentro de otras cuadradas con vértices invertidos, siendo los cuatro colores presentes el verde, amarillo, blanco y rojo.

Estos mosaicos se realizaron con la técnica veneciana (método indirecto), que consiste en la realización de la obra por partes en el taller y su posterior colocación en el lugar de destino, previa preparación del muro receptor. En el taller, las teselas se colocan cara abajo configurando el dibujo existente en un papel, se pegan a ese papel y se consolidan con un mortero de grano fino en su parte superior. Una vez consolidado, se traslada al muro, donde se van uniendo las diferentes partes del mosaico ya de forma directa, es decir, los remates de los mosaicos se realizan en la zona de ubicación definitiva del mosaico. El soporte de estos mosaicos siempre es una serie de capas de mortero. La que contiene el mosaico es una capa de mortero de grano fino llamada *nucleus*, y las capas inferiores son de mortero de grano más grueso, llamadas *rudus*.

4. Condiciones medioambientales

En el interior del edificio, la humedad y temperatura son algo más elevadas que en el exterior del mismo. La temperatura interior suele ser unos 2°C de media más alta que en el exterior, y aumenta en altura, obteniéndose los mayores valores en los 10,5 m. Las temperaturas más altas se alcanzan entre las 4-6 de la tarde y las más bajas hacia las 6-7 de la mañana. La diferencia térmica entre los 4,5 m y los 10,5 m alcanza un valor medio de 1,4°C. A primeras horas del día, la temperatura es más alta en la cúpula Sur, pero al final de la tarde la temperatura es más alta en la cúpula Norte.

La humedad relativa es más alta en las zonas localizadas a 4,5 m de altura, existiendo escasa diferencia entre las dos cúpulas. Los valores más altos se alcanzan a lo largo de la noche, para disminuir progresivamente a lo largo del día, con un valor más bajo hacia las 4 de la tarde, que corresponde a las temperaturas más altas. En los días de mayor humedad, la cantidad de agua que existe en el ambiente se va incrementando a lo largo de la noche, alcanzando sus cotas más altas a las 9 de la mañana, a partir de la cual tiende a disminuir. Este comportamiento se debe a la apertura sobre esta hora de las puertas para las visitas, lo que provoca la aireación y una disminución de la humedad acumulada a lo largo de la noche.

5. Estado de conservación de los materiales de construcción

Debido a que forma parte de un proyecto inacabado y por albergar los restos de personajes políticos, el Panteón ha estado sujeto al desinterés y abandono. Patrimonio Nacional, propietario del inmueble, inicia a finales de la década de los ochenta una serie de actuaciones para abrir el edificio al público. Se efectuaron operaciones de limpieza en las fachadas (Fig. 4) y de consolidación con resinas acrílicas. Hoy en día, el grado de limpieza es aceptable, aunque se observa cierto enmugrecimiento de las fachadas más próximas al Paseo de Reina Cristina. Pueden apreciarse cambios cromáticos por la aplicación de tratamientos, que provocan el brillo artificial de los materiales.

Se observa el desprendimiento de algunos aplacados en la caliza blanca y negra de las fachadas, que si bien no suponen riesgo para la estructura del edificio afectan a la estética del conjunto. Se detectan grietas y fisuras en los muros interiores de las galerías y el zagúan. En el año 2002, el musivario José Luna Llopis restauró los mosaicos, muy afectados por las fisuras presentes en el vestíbulo de entrada (Fig. 5) además de las pérdidas y deterioros que presentaban las teselas del mosaico. También se cerraron las fisuras existentes en las galerías y se procedió al pintado de los paramentos, así como al arreglo de las vidrieras.

En las cúpulas, la formación de sales ha provocado el desprendimiento de algunas piedras (Fig. 6). La aparición de sales en la superficie de rotura de los fragmentos desprendidos, indica que una de las causas es el proceso de cristalización de dichas sales. La composición de las sales es principalmente yeso, aunque también se han detectado nitratos. Estas sales son fácilmente solubles en agua, con una pequeña gota de agua, parte de las sales que se observan en el plano de rotura se disuelven.

Dado que la humedad relativa en las zonas altas de las cúpulas ha llegado a alcanzar el 85%, estas sales se disuelven, para después, cuando disminuye la humedad a valores inferiores a 75%, vuelven a cristalizar en el interior de piedra. Estas variaciones cíclicas en la humedad ambiental originan la cristalización-disolución de sales, que es la principal causa del desprendimiento de lajas de piedra producido en el interior. También los procesos de hidratación-deshidratación que sufre el yeso existente en estas sales, genera presiones de hidratación que favorecen la ruptura en forma de desplacados.

Estas sales proceden del mortero, principalmente del existente en zonas internas de los sillares, y del enlucido de yeso que soporta las pinturas, en donde se han detectado por Difracción de Rayos X contenidos importantes de yeso. El origen del nitrato es más difícil de determinar, puesto que no se han detectado ni en la piedra ni en el mortero. Tal vez podría proceder de las diversas capas pictóricas aplicadas, de los excrementos de aves que en la antigüedad colonizasen el interior de la cúpula o del exterior, puesto que en el pasado hubo importantes filtraciones de agua.



Figura 4. Operaciones de limpieza en la fachada Norte realizadas hacia 1995.



Figura 5. Aspecto que mostraban los mosaicos en el año 2002.



Figura 6. Deterioro producido por la cristalización de sales en la piedra del interior.

IGLESIA DE SAN MANUEL Y SAN BENITO

1. Introducción

En el distrito de Salamanca, en el perímetro delimitado por las calles Alcalá, Lagasca, Columela y Claudio Coello, se ubica la Iglesia Parroquial de San Manuel y San Benito (Fig. 1). El nombre hace honor a sus fundadores, Dña. Benita Maurici y D. Manuel Caviggioli. Benita Maurici, viuda del aristócrata Manuel Caviggioli, decide levantar en un solar de su propiedad, entre el Retiro y la antigua Plaza de Toros, una fundación benéfica de escuelas para obreros y una iglesia. Patrocina las obras y realiza el encargo de la construcción a Fernando Arbós y Tremandi.

Las obras de la Iglesia comienzan en 1902 y finalizan en 1910, y las escuelas se construyen entre 1903 y 1908. Arbós, enamorado del campanile de Florencia, como ya demostró en el Panteón de Hombres Ilustres, levanta un edificio singular y ecléctico siguiendo la corriente neomedievalista surgida a finales del siglo XIX y empleando materiales de calidad. Para aprovechar al máximo el perímetro irregular del solar, diseña un edificio de planta cruciforme con orientación NO-SE, en diagonal respecto a las calles anexas.

El inmueble fue declarado Bien de Interés Cultural (BIC) el 30 de julio de 1982 (Real Decreto 1750/82 04-06), y es la actual sede provincial de la Orden de los Agustinos en España.

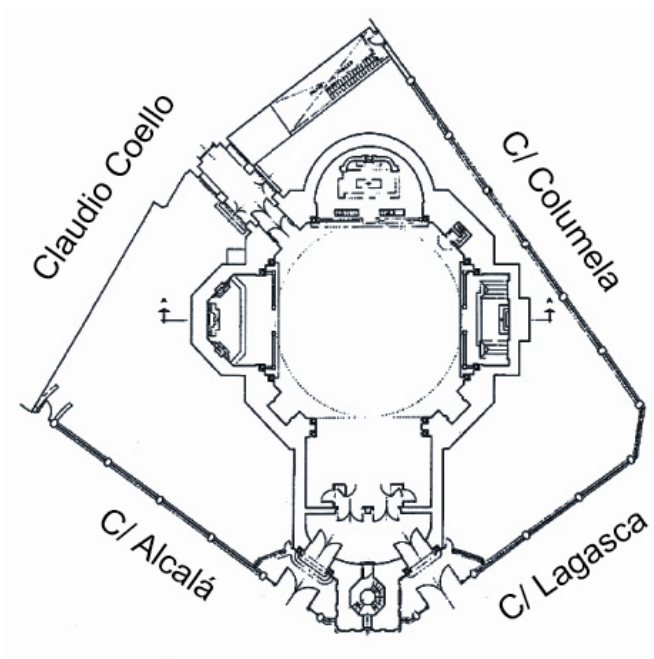


Figura 1. *Planta de la Iglesia de San Manuel y San Benito.*

2. Historia constructiva

El proyecto original de Arbós, denominado proyecto de Templo Católico, no se ajusta del todo con la construcción levantada finalmente (Fig. 2). Lo más seguro es que fuera modificándose y las decisiones se tomaran durante la ejecución de las obras. La planta del edificio apenas muestra modificaciones, originándose las diferencias más significativas en la disposición de los elementos constructivos de las fachadas.

Se modificaron las molduras de los vanos y los remates de la torre de campanas, cúpula y torrecillas que la rodean. Se incluyeron abundantes elementos decorativos, como aplacados, lacerías y cresterías. El tambor calado de la cúpula, en proyecto con 20-22 ventanas, quedó provisto de 16 huecos, y las siete ventanas del ábside se transformaron en nueve. La torre-campanario originariamente se coronaba por un chapitel octogonal, quedando finalmente rematada por cuatro pináculos que sobresalen y un tejado a cuatro aguas, terminado en punta con una esfera y una cruz en la parte más elevada.

Desde su construcción, la iglesia ha mantenido el uso religioso original, salvo durante la Guerra Civil, que albergó un cuartel militar. En 1975 José Antonio Arenillas acomete la primera restauración del edificio, colocando el pavimento interior rojo de mármol para sustituir a la antigua madera quemada en la guerra.

Entre 1990 y 1995 se realiza un proyecto de restauración integral en las fachadas. Consistió fundamentalmente en su limpieza, restauración con mortero de los paramentos y molduras exteriores, sustitución de los aplacados ornamentales, consolidación de las balaustradas del campanario y aplicación de un tratamiento protector. En 1997 Artigas, Patón y Pina acometen diversas intervenciones en el vestíbulo, el interior y en el jardín. Durante el periodo 2006-2007, se viene realizando una importante intervención en el edificio.

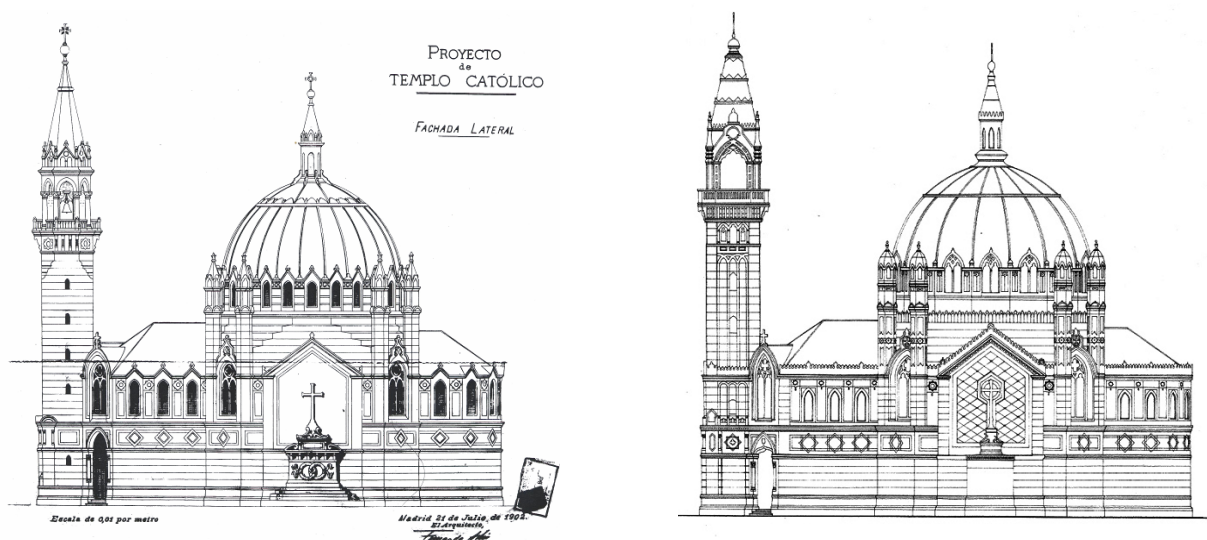


Figura 2. Alzados del proyecto original de Arbós (izda) y de la obra ejecutada (dcha).

3. Materiales de construcción

En la memoria del proyecto redactada por Arbós, se indican los materiales a utilizar, pero no se especifica el tipo, procedencia, cantidad ni dimensionado de los mismos, lo cual no deja de extrañar, puesto que Arbós era muy detallado y minucioso a la hora de redactar sus proyectos. Puede ser que el arquitecto no llegara a redactar una memoria más detallada, o que ésta se hubiera perdido. Tal vez tuviera ya seleccionados los materiales a emplear, basándose en el Panteón de Hombres Ilustres. Al tratarse del mismo arquitecto y de construcciones prácticamente contemporáneas, cabría esperar que los materiales utilizados fueran similares, puesto que ya los conocía. Sin embargo, no ocurrió así, suponiéndose que tal vez la elección de los materiales no se incluyera en el proyecto original y fueran seleccionándose durante el transcurso de las obras.

Los zócalos de la fachada, del patio y de la verja que circunda la iglesia son de cantería granítica, los muros de fábrica de ladrillo, las fachadas de piedra calcárea con aplacados de revestimiento en mármol, la cúpula de cobre, las balaustradas y pilares de los ventanales de mármol y los paramentos interiores de la iglesia están revestidos con mosaicos¹. La piedra calcárea aparece pintada de beige en los paramentos exteriores de la iglesia, por lo que a simple vista es difícil de reconocer. Su aspecto masivo, textura rugosa, tamaño de grano homogéneo y color beige-amarillento, la asimilan a una arenisca, aunque es más compacta. Esta piedra, que aparece en placas de 13-15 cm de espesor, se encuentra adherida a la fábrica de ladrillo interior por medio de un mortero de cemento Portland.

Sobre la piedra calcárea de los paramentos exteriores se ha aplicado un mortero de revestimiento. Este mortero se localiza principalmente en las zonas altas del edificio (tambor, zona de gradas y torrecillas). Si el revestimiento es grueso, se observa la aplicación de tres o más capas de revestimiento, mientras que se presenta en una sola capa cuando el espesor es menor. Este mortero también aparece reconstruyendo elementos decorativos y arquitectónicos desaparecidos con el tiempo, como molduras, impostas o cornisas. El mortero, que intenta imitar el color beige de la piedra soporte, se encuentra pintado en superficie. Es un mortero de yeso con polvo de mármol y resinas acrílicas que no sólo dan el color, sino también consistencia y rigidez a este mortero. La pintura que aparece tanto sobre la piedra como sobre el mortero sintético presenta tratamientos de protección en su superficie.

¹ Elaborados como los del Panteón de Hombre Ilustres, siguiendo la técnica veneciana y por la casa Mauméjean Hermanos.

El aplacado de mármol se localiza fundamentalmente en el tambor, las torrecillas y paramentos de capillas y nave central. Los mármoles que aparecen decorando las fachadas son de tres colores, blanco para el aplacado más abundante, negro y rojo para los listeles y figuras que se encuentran en el interior de los aplacados blancos. Existen tanto placas de mármol original como de restauración, algunas de éstas últimas sin ningún tipo de decoración (blancas y lisas). Los listeles y elementos decorativos de mármoles rojos y negros presentes en estas placas de mármol blanco, se encuentran mezclados con materiales sintéticos de colores similares.

Procedencia de los materiales de construcción

El granito de los zócalos, seguramente fuera extraído en las canteras de Alpedrete y El Berrocal (Madrid). La caliza de las fachadas procede de Novelda (Alicante), corresponde a una piedra muy utilizada en las construcciones madrileñas de la época y que también se empleaba para las restauraciones de otras más antiguas. La piedra calcárea que conforma los pilares de la verja y los pináculos de las torrecillas, procede de Colmenar de Oreja (Madrid).

Los aplacados de revestimiento en mármol blanco pueden procedan posiblemente de Macael (Almería). Las grecas y cenefas que decoran dichas placas, están constituidas por una piedra roja muy similar al mármol empleado en los pavimentos interiores, que puede proceder de Urdax o Tudela (Navarra), y otra piedra negra que podría ser la caliza de Calatorao (Zaragoza). Los cementos utilizados son cementos de tipo Portland, importados por Arbós, seguramente, desde Marsella.

5. Condiciones medioambientales

Las condiciones medioambientales juegan un papel importante, ya que las zonas altas más deterioradas (las orientadas al SO y S) coinciden con las zonas de mayor insolación sobre los materiales, lo que provoca un calentamiento generalizado con temperaturas superiores a las ambientales.

La temperatura ambiente en estas zonas meridionales del edificio puede llegar a máximas de 49°C en verano, con oscilaciones térmicas diarias superiores a los 33°C. Durante uno de estos días, la superficie del mortero puede alcanzar temperaturas máximas superiores a los 50°C y sufrir oscilaciones térmicas diarias cercanas a los 40°C. En el contacto mortero-piedra, las temperaturas y las oscilaciones térmicas son similares a las ambientales, aunque la humedad es ligeramente superior (31% en verano) a la humedad ambiental (29%).

El viento, aunque es estable ($8 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$), tiene una dirección dominante que oscila entre los 220° (SSO) y 130° (ESE). El viento afecta directamente a la zona del tambor más deteriorada, ya que durante los días de lluvia estos paramentos van a quedar muy empapados por el agua de lluvia. Además, hay que tener en cuenta que la dirección del viento cambia a lo largo del día, de tal forma que en las horas de mayor temperatura ambiental (13-18 horas), la dirección del viento oscila entre los 180° (S) y 250° (OSO).

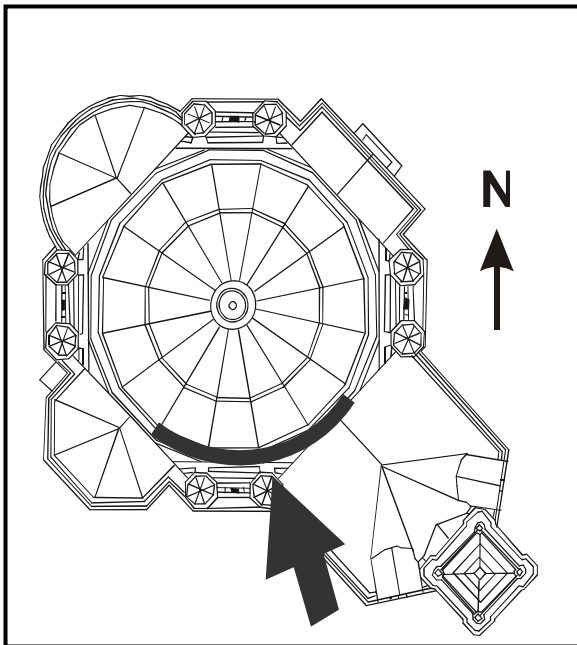


Figura 3. Dirección de los vientos dominantes.

6. Deterioro de los materiales

Se describe el deterioro que presentaban los materiales de construcción antes de la intervención que se viene efectuando durante los años 2006-2007.

6.1. Piedra soporte

El fuerte deterioro que sufre la piedra caliza se hace patente fundamentalmente en las zonas altas del edificio. Presenta un enorme debilitamiento de su superficie, consistente en descamados y desplacados importantes, que generan grandes fisuras paralelas a la superficie del sillar y que terminan provocando la caída de material pétreo superficial (Fig. 4). La piedra queda entonces al descubierto y sufre rápidamente un proceso de arenización, el cual genera aún una mayor pérdida de masa.

Sobre esta piedra aparece el mortero de revestimiento y también una capa de pintura acrílica de color beige, homogénea y compacta que recubre las irregularidades de la superficie de la piedra. Su parte externa presenta pequeños descamados, debido a la presencia de una fina película de tratamiento de protección. En el contacto de la capa de pintura con la piedra, se detecta una zona de debilidad que afecta a la superficie de la piedra. Esta es una zona de disolución de los componentes de la piedra, por donde puede romper y provocar la caída de la capa de pintura. También es frecuente detectar sobre la piedra caliza manchas de color oscuro, relacionadas con bajantes principalmente, y manchas de color verde, debidas a los óxidos de cobre procedentes del lixiviado de la cúpula de cobre.

6.2. Mortero de revestimiento

Debido al mal estado que presentaba la piedra calcárea en las zonas altas del edificio, en la intervención de 1990-95 se aplicó un mortero de revestimiento sobre la misma. Este mortero es un material rugoso, bastante compacto y de coloración beige, similar a la piedra que reviste. Presenta elevada porosidad, de distribución irregular, con poros de morfologías y tamaños variados. Esta porosidad también se genera en la zona de separación de las diversas capas de mortero aplicadas (Fig. 5).

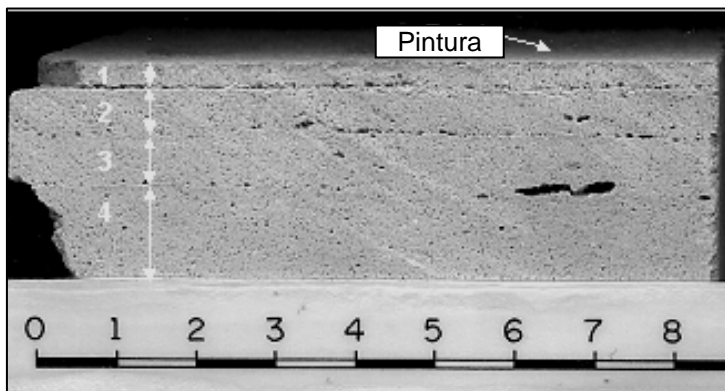


Figura 5. *Detalle del corte del revestimiento.*

El mortero de revestimiento aparece adherido directamente al sustrato pétreo infrayacente, sin malla de acero ni anclajes que soporten su peso. Este mortero también aparece reconstruyendo elementos desaparecidos con el tiempo. El mortero también está pintado con tonalidad beige y tratado con un hidrofugante en su superficie. Antes de la intervención acometida, el deterioro del revestimiento difería según la orientación de los paramentos y los elementos arquitectónicos que revestía. Destaca la zona del tambor, donde el mortero de revestimiento se encuentra muy degradado y es muy importante el desprendimiento del mismo (Fig. 6). Estos desprendimientos son muy importantes en las zonas orientadas al O, SO y S, y están localizados, fundamentalmente, bajo las ventanas del tambor y en el cambio de pendiente con las cubiertas de las capillas laterales.

El mortero de revestimiento presenta también abundante fisuración, que conlleva la filtración del agua de lluvia, con su consiguiente abombamiento por humedecimiento y dilatación, y el sucesivo agrietamiento por ciclos sucesivos de humedad/sequedad (dilatación/contracción), para acabar con el desprendimiento del mortero. En las torrecillas también se observa fisuración y pérdida del revestimiento, sobre todo en zonas protegidas, donde la humedad se acumula y es más permanente. La primera fisuración del mortero de revestimiento coincide con el despiece de la sillería pétreo infrayacente, esto es, con las juntas de la fábrica de sillería pétreo. El posterior humedecimiento interno del mortero provoca su abombamiento, influenciado además por el viento, lluvia y oscilaciones térmicas reinantes, y su posterior despegue del soporte pétreo (Fig. 7).

Sobre estos morteros se observa también una fina capa de pintura que homogeniza el aspecto de la superficie (*idem* a la que aparece sobre la piedra). En sección transversal, aparece como una fina y densa capa de espesor variable (150-500 μm) que se dispone cubriendo las irregularidades de la superficie del mortero artificial. En las zonas donde la capa de pintura es más gruesa, se observa la formación de burbujas. También existe otra porosidad, mucho más importante, que separa la capa de pintura del mortero de revestimiento infrayacente, y que afecta concretamente a la parte superficial de dicho mortero. Esta porosidad, producto de la disolución de la zona superficial del mortero, es la responsable de la pérdida de la capa de pintura, que sufre descamados y desplacados que terminan desprendiéndose. La pérdida de esta capa protectora provoca una ligera arenización de la capa más superficial del mortero de revestimiento.

El mortero de revestimiento se encuentra adherido directamente a la piedra natural, la cual presenta un alto grado de deterioro (fisuración superficial). En la base de este mortero se detectan dos episodios de debilidad que pueden provocar su caída:

- a) Existen poros de morfología alargada formados por la coalescencia de poros previos subredondeados. Estos poros aparecen fundamentalmente en la base del revestimiento, en contacto con la piedra, y son debidos al gran número de burbujas de aire que quedan atrapadas durante la aplicación del mortero sobre la piedra.

- b) Aparecen fisuras horizontales paralelas a la superficie de la piedra que afectan a la base del revestimiento. Estas fisuras están relacionadas con el descamado superficial de la piedra e inestabilizan al mortero. Esto provoca el debilitamiento de la superficie de la piedra y de la base del mortero, lo que conlleva el desprendimiento de ambos materiales. Al quedar el soporte pétreo descubierto, se observa la ausencia del saneamiento de la piedra previo a la aplicación del mortero de revestimiento, que tampoco presenta ningún tipo de anclaje o soporte que lo estabilice sobre la piedra soporte.

Igual que se observaba sobre la piedra caliza, el mortero de revestimiento presenta en superficie múltiples manchas, localizadas sobre todo en esquinas, zonas coincidentes con bajantes, canalones y gárgolas, y bajo elementos arquitectónicos que por su disposición favorecen la acumulación de la suciedad.

6.3. Aplacados de mármol

Las placas blancas originales presentan fundamentalmente alabeos y abombamientos, que pueden llegar a provocar su desprendimiento parcial o total (Fig. 8). También se observan manchas de diversa naturaleza, de suciedad en zonas que no son eliminadas con el simple lavado del agua de lluvia, y manchas de coloraciones diversas, verdes y rojizas provocadas por el lixiviado de la pintura y metal de la cúpula, y amarillentas por la corrosión de los anclajes metálicos. Son los aplacados orientados al O, SO y S los más deteriorados y los que más intervenciones han sufrido en el pasado.

7. Causas del deterioro

El deterioro puede definirse como una forma de degradación del material de construcción, que se hace evidente en un cierto momento. Los procesos de degradación ejercen un “stress” (físico, químico, físico-químico, mecánico) sobre los materiales de construcción, que bajo ciertas condiciones o después de un cierto tiempo provoca el deterioro.

Los procesos de deterioro se ven influenciados por una serie de factores (medioambientales y materiales), que afectan de forma conjunta a todos materiales de construcción. Los materiales de construcción localizados al O, SO y S sufren fuertes deterioros porque coinciden con las zonas de mayor temperatura, fuertes oscilaciones térmicas, dirección de vientos dominantes y lluvia batiente.

También los factores arquitectónicos o constructivos participan del deterioro de los materiales de construcción, como los insuficientes sistemas de evacuación de agua (gárgolas de corto recorrido) que provocan la incidencia directa del agua sobre los materiales, especialmente los que se disponen en zonas inclinadas.

7.1. Piedra soporte

La piedra de Novelda es una piedra porosa que responde mal a las condiciones medioambientales extremas reinantes en la zona donde se ubica la iglesia, por lo que su deterioro es muy considerable. Los grandes desplazados producidos y posterior arenización de las zonas internas, provocan la caída de importantes volúmenes de piedra. Los continuos procesos cíclicos de dilatación y contracción, unidos a los procesos de humedad y sequedad, ejercen el mismo efecto nocivo que en el mortero de revestimiento.

7.2. Mortero de revestimiento

El mortero de revestimiento aplicado es un material de aceptable calidad, si bien su deterioro es debido a una conjunción de factores. Estos son, una aplicación poco cuidada, comenzando por la falta de saneado de la superficie alterada de la piedra soporte (lo que reduce la adherencia y facilita el desprendimiento), el excesivo espesor aplicado en algunas zonas en ausencia de armado y anclaje, la incorrecta colocación de las planchas de mortero, la dilatación/contracción diferencial que experimentan dichas planchas en función de las distintas direcciones y la aplicación de tratamientos en su superficie.

Esto último iría ligado a las condiciones microclimáticas a las que están sometidas las fachadas del edificio, como las direcciones predominantes del viento (lluvias batientes), las elevadas temperaturas por insolación y grandes oscilaciones térmicas, zonas de concentración de humedad (muy relacionado con defectos constructivos, como es el caso de las ineficaces gárgolas).

7.3. Aplacados de mármol

El alabeo de los mármoles se produce por las siguientes causas extrínsecas a los mismos: presencia de humedad, elevadas temperaturas (grado de insolación) y fluctuaciones en la temperatura ambiente (oscilaciones térmicas). En cuanto a las causas intrínsecas de los materiales, cabe destacar que son mármoles de grano fino y masivo, formados por grandes cristales sin orientación preferente, y que al ser de composición calcítica son susceptibles de experimentar dilatación térmica anisótropa, esto es, dilatarse de diferente manera según la orientación de los cristales.

También el deterioro de los elementos de anclaje o los materiales de fijación han sido los causantes del deterioro de las placas, así como la falta de juntas en la misma placa o en los bordes exteriores, donde encajan con el material soporte, o incluso el deterioro acelerado de los materiales adyacentes (concentración de humedad en el mortero de revestimiento inferior y lateral a la placa).



Figura 4. El soporte pétreo que se encuentra bajo el mortero de revestimiento presenta un importante deterioro.



Figura 6. El mortero de revestimiento aparece separado del soporte pétreo. La piedra se encuentra alterada y con manchas de óxidos de cobre.



Figura 7. Desprendimiento de las placas del mortero de revestimiento.



Figura 8. Ensuciamiento y alabeo de las grandes placas de mármol blanco en las torrecillas.

Bibliografía

Alvarez de Buergo, M.; Fort, R.; Varas, M.J.; Gomez-Heras, M. (2004).
Panteón de Hombres Ilustres, Madrid, Spain: Building Materials, Degradation and Conservation. In Proceedings of the 6th International Symposium on the Conservation of Monuments in the Mediterranean Basin. Influence of the Environment and Defense of the Territory on Recovery of Cultural Heritage. L. Aires Barros & F. Zezza (eds). April 7-10. Lisbon, Portugal.

Fort, R.; Menduiña, J. (2005).
Canteras Históricas de la Comunidad de Madrid
<http://www.madrimasd.org/cienciaysociedad/patrimonio/rutas/geomonumentales/rutas/canteras/default.asp>

Fort, R.; Gomez-Heras, M. (2005).
Piedra de construcción tradicional en los Monumentos de Madrid
<http://www.madrimasd.org/cienciaysociedad/patrimonio/rutas/geomonumentales/rutas/madrid/default.asp>

Fort, R.; Varas, M.J. (2005).
Panteón de Hombres Ilustres de Madrid
<http://www.madrimasd.org/cienciaysociedad/patrimonio/rutas/geomonumentales/rutas/panteon>

Luna, J.V. (1996).
Manual del Mosaico Antiguo. Historia, técnica y procesos de realización. Cuadernos del Juncal. Serie Varia 1. TEAR y Ayuntamiento de Alcalá de Henares, Madrid

Menduiña J.; Fort, R. (2005).
Las piedras utilizadas en la construcción de los bienes de interés cultural de la Comunidad de Madrid hasta el siglo XIX. Edición del IGME. 172 p.

Pérez-Monserrat, E.M; Varas, M. J.; Gómez-Heras, M.; Álvarez De Buergo, M.; Fort, R. (2006)
Rutas Geomonumentales: una herramienta para la difusión del patrimonio arquitectónico. VIII Congreso Internacional de Rehabilitación del Patrimonio Arquitectónico y Edificación: "La Dimensión Social del Patrimonio". 5-13 septiembre. Buenos Aires-Salta, Argentina.

Varas, M.J.; Gómez-Heras, M.; Fort, R. (2003).
Abastecimiento de Piedra en Monumentos de Madrid del siglo XIX: La Cripta de la Catedral de Santa María de la Almudena y el Panteón de Hombres Ilustres. Restauración y Rehabilitación, 79: 46-51.
